



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109875112 B

(45) 授权公告日 2021.08.03

(21) 申请号 201910310012.7	(56) 对比文件
(22) 申请日 2019.04.17	CN 207269840 U,2018.04.27
(65) 同一申请的已公布的文献号	CN 204444224 U,2015.07.08
申请公布号 CN 109875112 A	CN 106820261 A,2017.06.13
(43) 申请公布日 2019.06.14	CN 105251268 A,2016.01.20
(73) 专利权人 云南中烟工业有限责任公司	CN 205547344 U,2016.09.07
地址 650051 云南省昆明市红锦路367号	CN 104389234 A,2015.03.04
(72) 发明人 王猛 李超 李源栋 凌军	US 2013/0112214 A1,2013.05.09
张天栋 廖头根 朱保昆	审查员 王东妮
(74) 专利代理机构 昆明正原专利商标代理有限公司	
公司 53100	
代理人 金耀生 于洪	
(51) Int.Cl.	
A24D 3/02 (2006.01)	
A24D 3/14 (2006.01)	

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材

(57) 摘要

本发明涉及一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,属于新型烟用滤棒技术领域。本发明先将氧化石墨烯进行部分还原,与香料植物纤维进行交联化处理、流延成石墨烯基薄膜。将石墨烯基薄膜进行疏水化改性,以植物提取浸膏和烟用香料的复配体系对其进行加香涂布处理,并与烟用滤棒纸基材料或聚乳酸薄膜黏结复合,制成应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材。本发明所制备的石墨烯基复合滤材在卷烟抽吸过程表现出较好的吸附缓释是能和导热性及疏水性能,不仅能够调节主流烟气感官品质、改善烟用滤棒的热塌陷问题,还能显著降低主流烟气中苯酚类化合物,综合提升卷烟产品品质。

CN 109875112 B

1. 一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,所述滤材由石墨烯基膜材以上下两层黏结到滤棒纸基或聚乳酸薄膜表面的形式制得;

所述石墨烯基膜材的制备方法,包括以下步骤:

- 1) 选取比表面积为 $500\sim 700\text{ m}^2/\text{g}$ 、片径为 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$,平均层数 $5\sim 7$ 层的氧化石墨烯;
- 2) 将步骤1) 选取的氧化石墨烯采用天然还原剂进行还原反应,得到C/O为 $5.5\sim 6$ 的还原氧化石墨烯;
- 3) 将香茅草、玫瑰草和辣木原料按照质量比为 $1:5\sim 8:3\sim 7$ 一起混合,然后用溶剂提取得到植物提取液和纤维固渣;对纤维固渣进行打浆,打浆度为 $22\sim 30^\circ\text{SR}$,得到植物纤维浆料;
- 4) 将步骤2) 得到的还原氧化石墨烯加入到步骤3) 得到的植物纤维浆料中超声至分散均匀后,加入交联剂戊二醛进行热交联,经流延成膜和烘干制得石墨烯基薄膜;
- 5) 对步骤4) 得到的石墨烯基薄膜进行表面喷涂疏水化处理,疏水混合物为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡的混合物,喷涂量为石墨烯薄膜质量的 $0.1\sim 1.8\%$,制得改性石墨烯薄膜;
- 6) 将步骤3) 所得到的提取液浓缩得到植物浸膏,然后将其与烟用香精香料按 $1:1\sim 3$ 的质量比调配制成固含量为 $40\sim 46\%$ 的涂布液,涂布在步骤5) 得到的改性石墨烯基薄膜的一面或两面,得到石墨烯基膜材。

2. 根据权利要求1所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,所述滤材的拉伸强度:纵向 $4.5\sim 5.0\text{ N/mm}^2$;横向 $4.5\sim 5.5\text{ N/mm}^2$ 。

3. 根据权利要求1所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,所述的天然还原剂为维生素C、壳聚糖、没食子酸和L-半胱氨酸中一种或几种的组合物。

4. 根据权利要求1所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,步骤5) 中,疏水混合物为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡按质量比 $5\sim 7:0.5:0.1$ 混合制成。

5. 根据权利要求1所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,步骤3) 中,所述的植物提取液采用80%的乙醇溶液提取植物原料 $2\sim 4$ 次,合并浸提液,其中乙醇溶液的质量为植物原料质量的 $2\sim 5$ 倍。

6. 根据权利要求1所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,步骤4) 中,还原氧化石墨烯与植物浆料的质量比为 $1:10\sim 20$ 。

7. 根据权利要求1所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,其特征在于,热交联反应条件为交联温度 $70\sim 80^\circ\text{C}$,交联固化时间 $2.5\sim 5\text{ h}$ 。

8. 权利要求1~7任意一项所述的应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材在卷烟中应用,其特征在于,石墨烯基复合滤材经滚制、热压成瓦楞波纹状后与醋纤滤棒复合成型。

一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材

技术领域

[0001] 本发明属于烟用滤棒技术领域,具体涉及一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材。

背景技术

[0002] 常规烟用滤材主要有纸质滤棒、醋酸纤维滤棒与聚丙烯纤维滤棒三种类型。其中,纸质滤棒具有有效降低焦油,价格便宜和环境友好的优点,但是在实际应用中仍然存在以下问题:1)在抽吸过程中较易出现热塌陷,使得滤棒整体结构压缩、变形,吸阻增大,影响抽吸体验;2)相对于醋纤滤棒,纸质滤材有其特定的吸附优点,但对抽吸品质也会造成一定的负面影响,烟气中通常带有一些“纸味”,以及降低烟气水分带来的口感干涩。为了降低卷烟滤棒成本,同时保障滤棒的过滤效率和感官抽吸品质,采用新型烟用纸基滤棒开发设计提供一种解决烟用滤棒领域亟待解决问题的新手段。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有技术的不足,提供一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,该方法制得的石墨烯基复合滤材通过赋予其一定的疏水性能,不仅能改善卷烟抽吸口感,还能降低主流烟气中的苯酚类物质的含量,在实际中易于推广应用。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0005] 一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,包括如下步骤:所述滤材由石墨烯基膜材以上下两层黏结到滤棒纸基或聚乳酸薄膜表面的形式制得。

[0006] 进一步,优选的是,所述滤材的拉伸强度:纵向 $4.5\sim 5.0\text{ N/mm}^2$;横向 $4.5\sim 5.5\text{ N/mm}^2$ 。该拉伸强度的限定是为了为符合滤棒成型上机适应性。

[0007] 进一步,优选的是,所述石墨烯基膜材的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 选取比表面积为 $500\sim 700\text{ m}^2/\text{g}$ 、片径为 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$,平均层数 $5\sim 7$ 层的氧化石墨烯;

[0009] 2) 将步骤1)选取的氧化石墨烯采用天然还原剂进行还原反应,得到C/O为 $5.5\sim 6$ 的还原氧化石墨烯;

[0010] 3) 将香茅草、玫瑰草和辣木原料按照质量比为 $1:5\sim 8:3\sim 7$ 一起混合,然后用溶剂提取得到植物提取液和纤维固渣;对纤维固渣进行打浆,打浆度为 $22\sim 30^\circ\text{SR}$,得到植物纤维浆料;

[0011] 4) 将步骤2)得到的还原氧化石墨烯加入到步骤3)得到的植物纤维浆料中超声至分散均匀后,加入交联剂戊二醛进行热交联,经流延成膜和烘干制得石墨烯基薄膜;

[0012] 5) 对步骤4)得到的石墨烯基薄膜进行表面喷涂疏水化处理,疏水混合物为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡的混合物,喷涂量为石墨烯基薄膜质量的 $0.1\sim 1.8\%$,制得改性石墨烯基薄膜;

[0013] 6) 将步骤3)所得到的提取液浓缩得到植物浸膏,然后将其与烟用香精香料按 $1:$

1~3的质量比调配制成固含量为40~46%的涂布液,涂布在步骤5)得到的改性石墨烯基薄膜的一面或两面,得到石墨烯基膜材。本发明对于超声分散混匀的时间没有特殊限制。

[0014] 进一步,优选的是,所述的天然还原剂为维生素C、壳聚糖、没食子酸和L-半胱氨酸中一种或几种的组合物。

[0015] 本发明对于采用上述还原剂的还原条件没有具体限制,按照现有方法中的条件进行即可,在反应过程中通过控制反应条件来控制还原氧化石墨烯的C/O元素比。

[0016] 进一步,优选的是,步骤5)中,疏水混合物为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡按质量比5~7:0.5:0.1混合制成。

[0017] 进一步,优选的是,步骤3)中,所述的植物提取液采用80%的乙醇溶液提取植物原料2~4次,合并浸提液,其中乙醇溶液的质量为植物原料质量的2~5倍。

[0018] 进一步,优选的是,步骤4)中,还原氧化石墨烯与植物浆料的质量比为1:10~20。

[0019] 进一步,优选的是,所述的交联剂戊二醛的用量没有特殊限制,一般为植物原料质量的0.3~2.5%。

[0020] 进一步,优选的是,热交联反应条件为交联温度70~80 °C,交联固化时间2.5~5 h。

[0021] 本发明对于涂布量没有特殊限制,可根据产品实际需求为1~5 g/m²。

[0022] 本发明对于烟用香精香料所包含的具体物质没有特殊限制,可以为混合物,也可以为单一物质,可按照卷烟烟支的风格设定来调制。

[0023] 本发明所述的辣木原料为新鲜的辣木茎和辣木叶的一种或两种的混合。

[0024] 本发明通过致香物质的添加,进一步改善滤棒在卷烟抽吸过程存在的感官体验不足问题,提升抽吸品质。

[0025] 本发明同时提供上述应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材在卷烟中应用,具体的应用方法是将石墨烯基复合滤材经滚制、热压成瓦楞波纹状后与常规醋纤滤棒复合成型。

[0026] 该新型卷烟功能复合滤棒在抽吸时,石墨烯基复合滤材具有一定的疏水性和导热性能,主流烟气的热量能通过石墨烯基复合滤材进行热传导从而降低烟气温度。

[0027] 本发明制得的石墨烯基复合滤材满足滤棒成型的上机要求,在使用时,可以滚压制瓦楞波纹形状,起到对滤棒结构的支撑作用,同时避免卷烟吸阻的增加。

[0028] 本发明的有益效果为:

[0029] 本发明对优选的氧化石墨烯进行化学修饰改性,获得所需目标性能的改性还原氧化石墨烯,以提高其对目标功能成分的敏感吸附选择性;通过与植物纤维浆料交联,流延制成石墨烯基薄膜,具有的良好导热性和疏水性能,改善烟气温度过高和滤棒结构塌陷的缺陷。本发明在制备石墨烯基薄膜过程,基于材料功能协同优选植物香原料进行复合,作为携香载体具有较高的比表面积和植物纤维活性基团,表现出优异的吸/脱附控释性能。

具体实施方式

[0030] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0031] 本领域技术人员将会理解,下列实施例仅用于说明本发明,而不应视为限定本发明的范围。实施例中未注明具体技术或条件者,按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。所用材料或设备未注明生产厂商者,均为可以通过购买获得的常规产品。

[0032] 实施例1

[0033] 一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,由所开发的石墨烯基膜材以上下两层的形式黏结到滤棒纸基材料的表面制成。其中,烟用石墨烯基膜材的制备,包括如下步骤:

[0034] 步骤(1),选取比表面积为 $600\text{ m}^2/\text{g}$ 、片径为 $5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$,平均层数 $5\sim 7$ 层的氧化石墨烯;

[0035] 步骤(2),将步骤(1)选取的氧化石墨烯采用5%的天然还原剂维生素C溶液进行还原,得到C/O为 $5.5\sim 6$ 的还原氧化石墨烯;

[0036] 步骤(3),将香茅草、玫瑰草和辣木原料按照质量比 $1:5:3$ 一起混合,用3倍于植物原料质量的80%乙醇溶液提取2次,过滤、合并浸提液,分别得到植物提取液和纤维固渣;对植物纤维固渣打浆处理,打浆度为 22°SR ,得到植物纤维浆料;

[0037] 所述的辣木原料为新鲜的辣木叶;

[0038] 步骤(4),将步骤(2)得到的还原氧化石墨烯加入到植物纤维浆料中超声至分散均匀,二者质量比为 $1:15$ 。加入戊二醛在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 下交联反应 2.5 h ,经流延成膜、烘干制得应用于烟用滤棒的石墨烯基薄膜材料。戊二醛的加入量为植物原料的 $0.3\text{ wt}\%$ 。

[0039] 步骤(5),将步骤(4)得到的还原氧化石墨烯薄膜材料,进行疏水化表面喷涂处理,疏水材料为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡的混合物,三者的质量比为 $7:0.5:0.1$ 。

[0040] 其中,疏水混合物的喷涂质量为石墨烯薄膜质量的 1.8% 。

[0041] 步骤(6),将步骤(3)提取得到的植物提取液浓缩成浸膏,然后与溶剂为丙二醇和水($V/V=2:1$)的烟用咖啡香料调配制成固含量为 40% 的涂布液,涂布在石墨烯基薄膜内外两个表面,得到烟用石墨烯基膜材。植物浸膏与烟用咖啡香料的质量比为 $1:1$ 。

[0042] 为保障滤棒成型上机适应性,烟用石墨烯基复合滤材的拉伸强度为:纵向 $5.0\text{ N}/\text{mm}^2$ 、横向 $4.5\text{ N}/\text{mm}^2$ 。所开发烟用石墨烯基复合滤材经滚制、热压成瓦楞波纹形状后与常规醋纤滤棒上机成型,制成 $15+15\text{ mm}$ 的二元复合滤棒。

[0043] 实施例2

[0044] 一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,由所开发的石墨烯基膜材以上下两层的形式将没有涂布烟用香料的内表面黏结到聚乳酸薄膜表面。其中,烟用石墨烯基膜材的制备,包括如下步骤:

[0045] 步骤(1),选取比表面积为 $500\text{ m}^2/\text{g}$ 、片径为 $7\sim 10\text{ }\mu\text{m}$,平均层数 $5\sim 7$ 层的氧化石墨烯;

[0046] 步骤(2),将步骤(1)选取的氧化石墨烯采用7.5%的天然还原剂壳聚糖和维生素C的复合物($m/m=1:1$)溶液进行还原,得到C/O为 $5.5\sim 6$ 的还原氧化石墨烯;

[0047] 步骤(3),将香茅草、玫瑰草和辣木原料按照质量为 $1:6:4$ 一起混合,然后用2倍植物原料质量的80%乙醇溶液提取3次,过滤、合并浸提液,分别得到植物提取液和纤维固渣;对植物纤维固渣打浆处理,打浆度为 30°SR ,得到植物纤维浆料;

[0048] 所述的辣木原料为新鲜的辣木叶与辣木茎的混合物,质量比 $3:1$;

[0049] 步骤(4),将步骤(2)得到的还原氧化石墨烯加入到植物纤维浆料中超声至分散均匀,二者质量比为 $1:20$ 。加入戊二醛在 $75\text{ }^\circ\text{C}$ 下交联反应 3 h ,经流延成膜、烘干制得应用于烟用滤棒的石墨烯基薄膜材料。戊二醛的加入量为植物原料的 $0.5\text{ wt}\%$ 。步骤(5),将步骤(4)得到的还原氧化石墨烯薄膜材料,进行疏水化表面喷涂理,疏水材料为蜂蜡、棕榈酸和

棕榈蜡的混合物,三者的质量比为5:0.5:0.1。

[0050] 其中,疏水混合物的喷涂质量为石墨烯薄膜质量的1.5%。

[0051] 步骤(6),将步骤(3)提取得到的植物提取液浓缩成浸膏,然后与溶剂为丙二醇和乙醇(V/V=3:1)的烟用枇杷香料调配制成固含量为45%的涂布液,涂布在石墨烯基薄膜的外表面,得到烟用石墨烯基膜材。植物浸膏与烟用枇杷料香的质量比为1:1.5。

[0052] 为保障滤棒上机成型,所开发复合滤材的拉伸强度为:纵向4.5 N/mm²、横向5.5 N/mm²。所开发烟用石墨烯基复合滤材经滚制、热压成瓦楞波纹形状后与常规醋纤滤棒上机成型,制成10+20 mm的二元复合滤棒。

[0053] 实施例3

[0054] 一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,由所开发的石墨烯基膜材以上下两层的形式黏结到滤棒纸基材料表面。其中,烟用石墨烯基膜材的制备,包括如下步骤:

[0055] 步骤(1),选取比表面积为700 m²/g、片径为5~7 μm,平均层数5~7层的氧化石墨烯;

[0056] 步骤(2),将步骤(1)选取的氧化石墨烯采用6%的天然还原剂维生素C和没食子酸的复合物(m/m=1:5)溶液进行还原,得到C/O为5.5~6的还原氧化石墨烯;

[0057] 步骤(3),将香茅草、玫瑰草和辣木原料按照质量为1:8:7一起混合,然后用5倍植物原料质量的80%乙醇溶液提取4次,过滤、合并浸提液,分别得到植物提取液和纤维固渣;对植物纤维固渣打浆处理,打浆度为29°SR,得到植物纤维浆料;

[0058] 所述的辣木原料为新鲜的辣木茎;

[0059] 步骤(4),将步骤(2)得到的还原氧化石墨烯加入到植物纤维浆料中超声至分散均匀,二者质量比为1:10。加入戊二醛在80 °C下交联反应5 h,经流延成膜、烘干制得应用于烟用滤棒的石墨烯基薄膜材料。戊二醛的加入量为植物原料的0.8 wt%。

[0060] 步骤(5),将步骤(4)得到的石墨烯基薄膜材料,进行疏水化表面喷涂处理,疏水材料为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡的混合物,三者的质量比为6:0.5:0.1。

[0061] 其中,疏水混合物的喷涂质量为石墨烯薄膜质量的1%。

[0062] 步骤(6),将步骤(3)提取得到的植物提取液浓缩成浸膏,然后与溶剂为乙醇的烟用酸梅表香调配制成固含量为60%的涂布液,涂布在石墨烯基薄膜的两个表面,得到烟用石墨烯基膜材。植物浸膏与烟用酸梅表香的质量比为1:2。

[0063] 为保障滤棒成型上机适应性,烟用石墨烯基复合滤材的拉伸强度为:纵向4.8 N/mm²、横向5.0 N/mm²。所开发烟用石墨烯基复合滤材经滚制、热压成瓦楞波纹形状后与常规醋纤滤棒上机成型,制成20+10 mm二元复合滤棒。

[0064] 实施例4

[0065] 一种应用于烟用滤棒的石墨烯基复合滤材,由所开发的石墨烯基膜材以上下两层的形式黏结到滤棒纸基材料表面。其中,烟用石墨烯基膜材的制备,包括如下步骤:

[0066] 步骤(1),选取比表面积为700 m²/g、片径为5~7 μm,平均层数5~7层的氧化石墨烯;

[0067] 步骤(2),将步骤(1)选取的氧化石墨烯采用L-半胱氨酸进行还原,得到C/O为5.5~6的还原氧化石墨烯;

[0068] 步骤(3),将香茅草、玫瑰草和辣木原料按照质量为1:8:7一起混合,然后用5倍植

物原料质量的80%乙醇溶液提取4次,过滤、合并浸提液,分别得到植物提取液和纤维固渣;对植物纤维固渣打浆处理,打浆度为29°SR,得到植物纤维浆料;

[0069] 所述的辣木原料为新鲜的辣木茎;

[0070] 步骤(4),将步骤(2)得到的还原氧化石墨烯加入到植物纤维浆料中超声至分散均匀,二者质量比为1:10。加入戊二醛在80℃下交联反应5 h,经流延成膜、烘干制得应用于烟用滤棒的石墨烯基薄膜材料。戊二醛的加入量为植物原料的2.5 wt%。

[0071] 步骤(5),将步骤(4)得到的石墨烯基薄膜材料,进行疏水化表面喷涂处理,疏水材料为蜂蜡、棕榈酸和棕榈蜡的混合物,三者的质量比为6:0.5:0.1。

[0072] 其中,疏水混合物的喷涂质量为石墨烯薄膜质量的0.1%。

[0073] 步骤(6),将步骤(3)提取得到的植物提取液浓缩成浸膏,然后与溶剂为乙醇的烟用酸梅表香调配制成固含量为60%的涂布液,涂布在石墨烯基薄膜的两个表面,得到烟用石墨烯基膜材。植物浸膏与烟用酸梅表香的质量比为1:3。

[0074] 为保障滤棒成型上机适应性,烟用石墨烯基复合滤材的拉伸强度为:纵向4.8 N/mm²、横向5.0 N/mm²。所开发烟用石墨烯基复合滤材经滚制、热压成瓦楞波纹形状后与常规醋纤滤棒上机成型,制成20+10 mm二元复合滤棒。

[0075] 对比例1

[0076] 对比实施例1,本实施例为常规卷烟滤棒。

[0077] 对比例2

[0078] 对比实施例2,本实施例为10+20 mm二元复合滤棒制成的卷烟,其中10 mm部分的滤棒替换为烟用纸基瓦楞滤棒。

[0079] 对比例3

[0080] 对比实施例3,本实施例为15+15 mm二元复合滤棒制成的卷烟,其中采用本发明石墨烯基复合滤材的15 mm部分的滤棒替换为烟用聚乳酸薄膜瓦楞滤棒。

[0081] 性能检测

[0082] 采用某卷烟规格的叶组配方及本发明实施例1-3及对比例1-3的滤棒制成卷烟,考察卷烟抽吸时的热塌陷情况、吸食口感及主流烟气中的苯酚类物质的情况。表1为抽吸过程卷烟滤棒的热塌陷情况。表2为卷烟感官评吸评价,按照GB5606.4-2005进行。表3为苯酚类物质的含量与对比实施例1的相应成分含量相比所得的百分数。

[0083] 表1 抽吸过程卷烟滤棒的热塌陷情况

[0084]

	热塌陷情况
实施例 1	9 口抽吸完，肉眼无可见塌陷。
实施例 2	9 口抽吸完，肉眼无可见塌陷。
实施例 3	9 口抽吸完，肉眼无可见塌陷。
实施例 4	9 口抽吸完，肉眼无可见塌陷。
对比例 1	抽吸到第 7 口，肉眼可见塌陷。
对比例 2	抽吸到第 6 口，肉眼可见塌陷。
对比例 3	9 口抽吸完，肉眼无可见塌陷。。

[0085] 表2 卷烟感官评吸评价

[0086]

	香气	谐调	杂气	刺激性	余味
实施例 1	28.5	5.5	11.0	18.0	22.5
实施例 2	28	5	10.5	17.5	22.5
实施例 3	28.5	5.5	10.5	17.5	22.0
实施例 4	28.5	5	11.0	18.5	22.0
对比例 1	27.5	4.5	10	17	21.5
对比例 2	27.5	4	9.0	16.5	20.5
对比例 3	27	4.5	9.5	16.5	21

[0087] 表3 苯酚类物质释放量与空白对照样的对比值

[0088]

	苯酚类物质释放量比，%
实施例 1	16
实施例 2	21
实施例 3	12
实施例 4	14
对比例 1	100
对比例 2	84
对比例 3	81

[0089] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。